

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-324942
 (43)Date of publication of application : 14.11.2003

(51)Int.Cl. H02M 3/155
 B60L 9/18

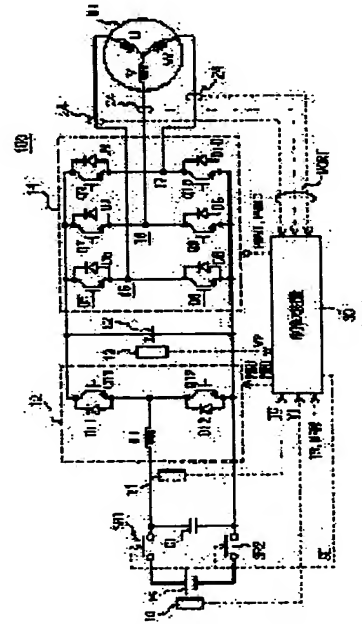
(21)Application number : 2002-132821 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
 (22)Date of filing : 08.05.2002 (72)Inventor : KOMATSU MASAYUKI

(54) VOLTAGE CONVERTER, METHOD FOR DRIVING VOLTAGE CONVERTER AND COMPUTER READABLE RECORDING MEDIUM RECORDING PROGRAM FOR PERFORMING DRIVE OF VOLTAGE CONVERTER AT COMPUTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a voltage converter which converts a DC voltage into an output voltage by suppressing a change in a tone.

SOLUTION: The voltage converter comprises a step-up converter 12, and a controller 30. The controller 30 receives the temperature TC of the converter 12 from a temperature sensor 11, and extracts a target frequency of an NPN transistor Q12 suitable for the received temperature TC. The controller 30 drives the transistor Q12 while a carrier frequency is switched continuously or stepwise from the present frequency to the target frequency when the present frequency is deviated from the target frequency.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.05.2005
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(43)公開日 平成15年11月14日(2003.11.14)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ページ・ト* (参考)
H 0 2 M 3/155		H 0 2 M 3/155	P 5 H 1 1 5
B 6 0 L 9/18	Z H V	B 6 0 L 9/18	Z H V J 5 H 7 3 0

審査請求 未請求 請求項の数19 OL (全 17 頁)

(21)出願番号 特願2002-132821(P2002-132821)

(22) 出願日 平成14年 5 月 8 日 (2002. 5. 8)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 究明者 小松 雅行

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外5名)

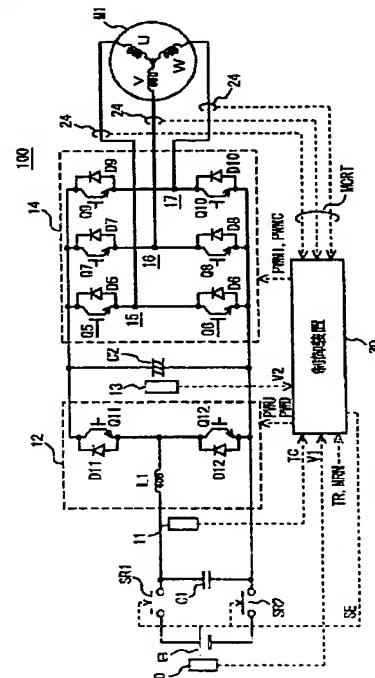
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 電圧変換装置、電圧変換装置の駆動方法、電圧変換装置の駆動をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 音色の変化を抑制して直流電圧を出力電圧に変換する電圧変換装置を提供する。

【解決手段】 電圧変換装置は、昇圧コンバータ１２と制御装置３０とを備える。制御装置３０は、昇圧コンバータ１２の温度ＴＣを温度センサー１１から受け、その受けた温度ＴＣに適したＮＰＮトランジスタＱ１２の目標周波数を抽出する。そして、制御装置３０は、現在の周波数が目標周波数からずれているとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで連続的または複数段に切換えながらＮＰＮトランジスタＱ１２を駆動する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 リアクトルと半導体スイッチ素子とを含み、直流電源からの直流電流を前記半導体スイッチ素子によりスイッチングして前記リアクトルに電力を蓄積し、その蓄積した電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する電圧変換器と、
前記半導体スイッチ素子が前記直流電流をスイッチングするときのキャリア周波数が前記半導体スイッチ素子の現在の駆動状態に適した目標周波数からずれているとき、前記キャリア周波数を現在の周波数から前記目標周波数まで連続的または複数段に切換えながら供給し、前記半導体スイッチ素子を駆動する駆動手段とを備える、電圧変換装置。

【請求項 2】 前記半導体スイッチ素子の駆動状態を検出する検出手段をさらに備え、
前記駆動手段は、前記検出手段により検出された駆動状態を受け、その受けた駆動状態に基づいて前記現在の周波数の前記目標周波数からのずれを検出する、請求項 1 に記載の電圧変換装置。

【請求項 3】 前記検出手段は、前記半導体スイッチ素子の駆動状態として前記電圧変換器の温度を検出する、請求項 2 に記載の電圧変換装置。

【請求項 4】 前記駆動手段は、前記温度と前記温度に適した目標周波数との関係を示すマップを保持しており、前記マップに基づいて前記検出手段により検出された温度に適した目標周波数を抽出して前記ずれを検出する、請求項 3 に記載の電圧変換装置。

【請求項 5】 前記検出手段は、前記半導体スイッチ素子の駆動状態として前記電圧変換器に流れる電流を検出する、請求項 2 に記載の電圧変換装置。

【請求項 6】 前記駆動手段は、前記電流と前記電流に適した目標周波数との関係を示すマップを保持しており、前記マップに基づいて前記検出手段により検出された電流に適した目標周波数を抽出して前記ずれを検出する、請求項 5 に記載の電圧変換装置。

【請求項 7】 前記駆動手段は、前記ずれが所定値よりも大きいとき、前記キャリア周波数を前記現在の周波数から前記目標周波数まで切換える速度を前記ずれが前記所定値よりも小さいときの前記キャリア周波数の切換速度よりも速くする、請求項 2 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の電圧変換装置。

【請求項 8】 直流電源からの直流電流を半導体スイッチ素子によりスイッチングしてリアクトルに電力を蓄積し、その蓄積した電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する電圧変換装置の駆動方法であって、
前記半導体スイッチ素子の駆動状態を検出する第 1 のステップと、
前記検出された駆動状態に適した前記スイッチングにおけるキャリア周波数の目標周波数を検出する第 2 のステップと、

前記キャリア周波数の現在の周波数が前記目標周波数からずれているか否かを判定する第 3 のステップと、
前記現在の周波数が前記目標周波数からずれているとき、前記キャリア周波数を前記現在の周波数から前記目標周波数まで連続的または複数段に切換えながら供給し、前記半導体スイッチ素子を駆動する第 4 のステップとを含む電圧変換装置の駆動方法。

【請求項 9】 前記第 1 のステップにおいて、前記半導体スイッチ素子の駆動状態として前記電圧変換装置の温度を検出する、請求項 8 に記載の電圧変換装置の駆動方法。

【請求項 10】 前記第 2 のステップにおいて、前記目標周波数は、前記温度と前記温度に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される、請求項 9 に記載の電圧変換装置の駆動方法。

【請求項 11】 前記第 1 のステップにおいて、前記半導体スイッチ素子の駆動状態として前記電圧変換装置に流れる電流を検出する、請求項 8 に記載の電圧変換装置の駆動方法。

【請求項 12】 前記第 2 のステップにおいて、前記目標周波数は、前記電流と前記電流に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される、請求項 11 に記載の電圧変換装置の駆動方法。

【請求項 13】 前記第 4 のステップにおいて、前記ずれが所定値よりも大きいとき、前記キャリア周波数を前記現在の周波数から前記目標周波数まで切換える速度を前記ずれが前記所定値よりも小さいときの前記キャリア周波数の切換速度よりも速くする、請求項 8 から請求項 12 のいずれか 1 項に記載の電圧変換装置の駆動方法。

【請求項 14】 直流電源からの直流電流を半導体スイッチ素子によりスイッチングしてリアクトルに電力を蓄積し、その蓄積した電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する電圧変換装置の駆動をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、

前記半導体スイッチ素子の駆動状態を検出する第 1 のステップと、
前記検出された駆動状態に適した前記スイッチングにおけるキャリア周波数の目標周波数を検出する第 2 のステップと、
前記キャリア周波数の現在の周波数が前記目標周波数からずれているか否かを判定する第 3 のステップと、
前記現在の周波数が前記目標周波数からずれているとき、前記キャリア周波数を前記現在の周波数から前記目標周波数まで連続的または複数段に切換えながら供給し、前記半導体スイッチ素子を駆動する第 4 のステップとをコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 15】 前記第 1 のステップにおいて、前記半導体スイッチ素子の駆動状態として前記電圧変換装置の

温度を検出する、請求項 14 に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 16】 前記第 2 のステップにおいて、前記目標周波数は、前記温度と前記温度に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される、請求項 15 に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 17】 前記第 1 のステップにおいて、前記半導体スイッチ素子の駆動状態として前記電圧変換装置に流れる電流を検出する、請求項 14 に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 18】 前記第 2 のステップにおいて、前記目標周波数は、前記電流と前記電流に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される、請求項 17 に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 19】 前記第 4 のステップにおいて、前記ずれが所定値よりも大きいとき、前記キャリア周波数を前記現在の周波数から前記目標周波数まで切換える速度を前記ずれが前記所定値よりも小さいときの前記キャリア周波数の切換速度よりも速くする、請求項 14 から請求項 18 のいずれか 1 項に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、直流電源からの直流電圧を出力電圧に変換する電圧変換装置、電圧変換装置の駆動方法、および電圧変換装置の駆動をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 最近、環境に配慮した自動車としてハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle) および電気自動車 (Electric Vehicle) が大きな注目を集めている。そして、ハイブリッド自動車は、一部、実用化されている。

【0003】 このハイブリッド自動車は、従来のエンジンに加え、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。つまり、エンジンを駆動することにより動力源を得るとともに、直流電源からの直流電圧をインバータによって交流に変換し、その変換した交流によりモータを回転することによって動力源を得るものである。また、電気自動車は、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。

【0004】 このようなハイブリッド自動車または電気自動車においては、直流電源からの直流電圧を昇圧コン

バータによって昇圧し、その昇圧した直流電圧がモータを駆動するインバータに供給される。

【0005】 すなわち、ハイブリッド自動車または電気自動車は、図 10 に示すモータ駆動装置を搭載している。図 10 を参照して、モータ駆動装置 300 は、直流電源 B と、システムリレー SR1、SR2 と、コンデンサ C1、C2 と、双方向コンバータ 310 と、電圧センサー 320 と、インバータ 330 とを備える。

【0006】 直流電源 B は、直流電圧を出力する。システムリレー SR1、SR2 は、制御装置 (図示せず) によってオンされると、直流電源 B からの直流電圧をコンデンサ C1 に供給する。コンデンサ C1 は、直流電源 B からシステムリレー SR1、SR2 を介して供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を双方向コンバータ 310 へ供給する。

【0007】 双方向コンバータ 310 は、リアクトル 311 と、NPN トランジスタ 312、313 と、ダイオード 314、315 とを含む。リアクトル 311 の一方端は直流電源 B の電源ラインに接続され、他方端は NPN トランジスタ 312 と NPN トランジスタ 313 との中間点、すなわち、NPN トランジスタ 312 のエミッタと NPN トランジスタ 313 のコレクタとの間に接続される。NPN トランジスタ 312、313 は、電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。そして、NPN トランジスタ 312 のコレクタは電源ラインに接続され、NPN トランジスタ 313 のエミッタはアースラインに接続される。また、各 NPN トランジスタ 312、313 のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオード 314、315 が配置されている。

【0008】 双方向コンバータ 310 は、制御装置 (図示せず) によって NPN トランジスタ 312、313 がオン/オフされ、コンデンサ C1 から供給された直流電圧を昇圧して出力電圧をコンデンサ C2 に供給する。また、双方向コンバータ 310 は、モータ駆動装置 300 が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、交流モータ M1 によって発電され、インバータ 330 によって変換された直流電圧を降圧してコンデンサ C1 へ供給する。

【0009】 コンデンサ C2 は、双方向コンバータ 310 から供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ 330 へ供給する。電圧センサー 320 は、コンデンサ C2 の両側の電圧、すなわち、双方向コンバータ 310 の出力電圧 V_c を検出する。

【0010】 インバータ 330 は、コンデンサ C2 から直流電圧が供給されると制御装置 (図示せず) からの制御に基づいて直流電圧を交流電圧に変換して交流モータ M1 を駆動する。これにより、交流モータ M1 は、トルク指令値によって指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ 330 は、モータ駆動装置

300が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、交流モータM1が発電した交流電圧を制御装置からの制御に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC2を介して双方向コンバータ310へ供給する。

【0011】双方向コンバータ310を駆動する信号のキャリア周波数に対してNPNトランジスタ313の温度特性とリアクトル311の温度特性とが相互に異なる。すなわち、NPNトランジスタ313は、キャリア周波数を下げると発熱が減少する。一方、リアクトル311は、キャリア周波数を上げると発熱が減少する。そして、リアクトル311は、熱容量が大きいので大電流が流れても短時間であれば温度上昇幅が小さいが、NPNトランジスタ313は、熱容量が小さいため大電流が流れる時間が短時間であっても温度上昇幅が大きい。

【0012】双方向コンバータ310の全体としては、キャリア周波数が高い方が電圧変換の効率が良いので、双方向コンバータ310は、通常時、キャリア周波数を上げて駆動され、大電流が短時間でも流れるときはNPNトランジスタ313における温度上昇を防止するためにキャリア周波数を下げて駆動される。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、キャリア周波数を切換えるとき、キャリア周波数の変動幅が大きいと、リアクトルの騒音もキャリア周波数に依存して発生するので、音色の変化が顕著になり、結果的に騒音を生じる、あるいは音色の変化が著しい違和感として感じられるという問題がある。

【0014】そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、音色の変化を抑制して直流電圧を出力電圧に変換する電圧変換装置を提供することである。

【0015】また、この発明の別の目的は、音色の変化を抑制して直流電圧を出力電圧に変換する電圧変換装置の駆動方法を提供することである。

【0016】さらに、この発明の別の目的は、音色の変化を抑制して直流電圧を出力電圧に変換する電圧変換装置の駆動をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体を提供することである。

【0017】

【課題を解決するための手段および発明の効果】この発明によれば、電圧変換装置は、リアクトルと半導体スイッチ素子とを含み、直流電源からの直流電流を半導体スイッチ素子によりスイッチングしてリアクトルに電力を蓄積し、その蓄積した電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する電圧変換器と、半導体スイッチ素子が直流電流をスイッチングするときのキャリア周波数が半導体スイッチ素子の現在の駆動状態に適した目標周波数からずれているとき、キャリア周波数を現在の周波数

から目標周波数まで連続的または複数段に切換えながら供給し、半導体スイッチ素子を駆動する駆動手段とを備える。

【0018】直流電源からの直流電流をスイッチングしてリアクトルに直流電力を蓄積し、その蓄積した直流電力に応じた出力電圧を出力する電圧変換装置において、直流電流をスイッチングする半導体スイッチ素子は、その駆動状態に適したキャリア周波数によって直流電流をスイッチングする。そして、駆動手段は、半導体スイッチ素子が直流電流をスイッチングするキャリア周波数が半導体スイッチ素子の駆動状態に適した目標周波数からずれているとき、キャリア周波数を目標周波数まで徐々に切換えながら半導体スイッチ素子を駆動する。

【0019】したがって、この発明によれば、音色の変化を抑制して直流電圧を出力電圧に変換できる。

【0020】好ましくは、電圧変換装置は、半導体スイッチ素子の駆動状態を検出する検出手段をさらに備え、駆動手段は、検出手段により検出された駆動状態を受け、その受けた駆動状態に基づいて現在の周波数の目標周波数からのずれを検出する。

【0021】半導体スイッチ素子の駆動状態が検出され、その検出された駆動状態に適した目標周波数が抽出される。そして、現在の周波数の目標周波数からのずれが検出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数まで徐々に切換えられる。

【0022】したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態に適した目標周波数を正確に抽出できる。

【0023】より好ましくは、検出手段は、半導体スイッチ素子の駆動状態として電圧変換器の温度を検出する。

【0024】半導体スイッチ素子の駆動状態として半導体スイッチ素子の特性に大きく影響する温度が検出される。そして、検出された温度に適した目標周波数が抽出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数へ徐々に切換えられる。

【0025】したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態を容易に検出できる。

【0026】さらに好ましくは、駆動手段は、温度と温度に適した目標周波数との関係を示すマップを保持しており、マップに基づいて検出手段により検出された温度に適した目標周波数を抽出して現在の周波数と目標周波数とのずれを検出する。

【0027】温度が検出され、その検出された温度に対応する目標周波数がマップを参照して抽出される。

【0028】したがって、この発明によれば、目標周波数を容易に抽出できる。より好ましくは、検出手段は、半導体スイッチ素子の駆動状態として電圧変換器に流れる電流を検出する。

【0029】半導体スイッチ素子の駆動状態として、半

導体スイッチ素子に実際に流れる電流が検出される。そして、検出された温度に適した目標周波数が抽出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数へ徐々に切換えられる。

【0030】したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態を正確に検出できる。

【0031】さらに好ましくは、駆動手段は、電流と電流に適した目標周波数との関係を示すマップを保持しており、マップに基づいて検出手段により検出された電流に適した目標周波数を抽出して現在の周波数と目標周波数とのずれを検出する。

【0032】半導体スイッチ素子に流れる電流が検出され、その検出された電流に対応する目標周波数がマップを参照して検出される。

【0033】さらに好ましくは、駆動手段は、現在の周波数と目標周波数とのずれが所定値よりも大きいとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで切換える速度を、現在の周波数と目標周波数とのずれが所定値よりも小さいときのキャリア周波数の切換速度よりも速くする。

【0034】現在の周波数と目標周波数とのずれが大きい場合は、キャリア周波数は現在の周波数から目標周波数まで速く切換えられる。

【0035】したがって、この発明によれば、音色の変化を抑制し、キャリア周波数を半導体スイッチ素子の駆動状態に適した周波数に速く切換えられる。

【0036】また、この発明によれば、直流電源からの直流電流を半導体スイッチ素子によりスイッチングしてリアクトルに電力を蓄積し、その蓄積した電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する電圧変換装置の駆動方法は、半導体スイッチ素子の駆動状態を検出する第1のステップと、検出された駆動状態に適したスイッチングにおけるキャリア周波数の目標周波数を検出する第2のステップと、キャリア周波数の現在の周波数が目標周波数からずれているか否かを判定する第3のステップと、現在の周波数が目標周波数からずれているとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで連続的または複数段に切換えながら供給し、半導体スイッチ素子を駆動する第4のステップとを含む。

【0037】直流電源からの直流電流をスイッチングしてリアクトルに直流電力を蓄積し、その蓄積した直流電力に応じた出力電圧を出力する電圧変換装置に用いられる半導体スイッチ素子の駆動状態が検出され、その検出された駆動状態に適した目標周波数が検出される。そして、現在の周波数と目標周波数とのずれが検出されると、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数まで徐々に切換えられながら半導体スイッチ素子が駆動される。

【0038】したがって、この発明によれば、音色の変化を抑制して半導体スイッチ素子を駆動できる。

【0039】好ましくは、第1のステップにおいて、半導体スイッチ素子の駆動状態として電圧変換装置の温度を検出する。

【0040】半導体スイッチ素子の駆動状態として半導体スイッチ素子の特性に大きく影響する温度が検出される。そして、検出された温度に適した目標周波数が抽出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数へ徐々に切換えられる。

【0041】したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態を容易に検出できる。

【0042】より好ましくは、第2のステップにおいて、目標周波数は、温度と温度に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される。

【0043】温度が検出されると、その検出された温度に対応する目標周波数がマップを参照して検出される。

【0044】したがって、この発明によれば、目標周波数を容易に抽出できる。より好ましくは、第1のステップにおいて、半導体スイッチ素子の駆動状態として電圧変換装置に流れる電流を検出する。

【0045】半導体スイッチ素子に実際に流れる電流を検出して半導体スイッチ素子の駆動状態が検出される。そして、検出された電流に適した目標周波数が抽出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数へ徐々に切換えられる。

【0046】したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態を容易に検出できる。

【0047】さらに好ましくは、第2のステップにおいて、目標周波数は、電流と電流に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される。

【0048】半導体スイッチ素子に流れる電流が検出されると、その検出された電流に対応する目標周波数がマップを参照して検出される。

【0049】したがって、この発明によれば、目標周波数を容易に検出できる。さらに好ましくは、第4のステップにおいて、現在の周波数とキャリア周波数とのずれが所定値よりも大きいとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで切換える速度を現在の周波数と目標周波数とのずれが所定値よりも小さいときのキャリア周波数の切換速度よりも速くする。

【0050】現在の周波数と目標周波数とのずれが大きい場合は、キャリア周波数は現在の周波数から目標周波数まで速く切換えられる。

【0051】したがって、この発明によれば、音色の変化を抑制し、キャリア周波数を半導体スイッチ素子の駆動状態に適した周波数に速く切換えられる。

【0052】さらに、この発明によれば、直流電源からの直流電流を半導体スイッチ素子によりスイッチングしてリアクトルに電力を蓄積し、その蓄積した電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する電圧変換装置の駆動をコンピュータに実行させるプログラムを記録し

たコンピュータ読取り可能な記録媒体は、半導体スイッチ素子の駆動状態を検出する第1のステップと、検出された駆動状態に適したスイッチングにおけるキャリア周波数の目標周波数を検出する第2のステップと、キャリア周波数の現在の周波数が目標周波数からずれているかを判定する第3のステップと、現在の周波数が目標周波数からずれているとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで連続的または複数段に切換えながら供給し、半導体スイッチ素子を駆動する第4のステップとをコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体である。

【0053】直流電源からの直流電流をスイッチングしてリアクトルに直流電力を蓄積し、その蓄積した直流電力に応じた出力電圧を出力する電圧変換装置に用いられる半導体スイッチ素子の駆動状態が検出され、その検出された駆動状態に適した目標周波数が検出される。そして、現在の周波数と目標周波数とのずれが検出されると、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数まで徐々に切換えられながら半導体スイッチ素子が駆動される。

【0054】したがって、この発明によれば、音色の変化を抑制して半導体スイッチ素子を駆動できる。

【0055】好ましくは、第1のステップにおいて、半導体スイッチ素子の駆動状態として電圧変換装置の温度を検出する。

【0056】半導体スイッチ素子の駆動状態として半導体スイッチ素子の特性に大きく影響する温度が検出される。そして、検出された温度に適した目標周波数が抽出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数へ徐々に切換えられる。

【0057】したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態を容易に検出できる。

【0058】より好ましくは、第2のステップにおいて、目標周波数は、温度と温度に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される。

【0059】温度が検出されると、その検出された温度に対応する目標周波数がマップを参照して検出される。

【0060】したがって、この発明によれば、目標周波数を容易に抽出できる。好ましくは、第1のステップにおいて、半導体スイッチ素子の駆動状態として電圧変換装置に流れる電流を検出する。

【0061】半導体スイッチ素子に実際に流れる電流を検出して半導体スイッチ素子の駆動状態が検出される。そして、検出された電流に適した目標周波数が抽出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数へ徐々に切換えられる。

【0062】したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態を容易に検出できる。

【0063】より好ましくは、第2のステップにおいて、目標周波数は、電流と電流に適した目標周波数との

関係を示すマップを参照して検出される。

【0064】半導体スイッチ素子に流れる電流が検出されると、その検出された電流に対応する目標周波数がマップを参照して検出される。

【0065】したがって、この発明によれば、目標周波数を容易に検出できる。さらに好ましくは、第4のステップにおいて、現在の周波数と目標周波数とのずれが所定値よりも大きいとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで切替える速度を、現在の周波数と目標周波数とのずれが所定値よりも小さいときのキャリア周波数の切替速度よりも速くする。

【0066】現在の周波数と目標周波数とのずれが大きい場合は、キャリア周波数は現在の周波数から目標周波数まで速く切替えられる。

【0067】したがって、この発明によれば、音色の変化を抑制し、キャリア周波数を半導体スイッチ素子の駆動状態に適した周波数に速く切替えられる。

【0068】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0069】図1を参照して、この発明の実施の形態による電圧変換装置を備えたモータ駆動装置100は、直流電源Bと、電圧センサー10、13と、温度センサー11と、システムリレーSR1、SR2と、コンデンサC1、C2と、昇圧コンバータ12と、インバータ14と、電流センサー24と、制御装置30とを備える。交流モータM1は、ハイブリッド自動車または電気自動車の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するための駆動モータである。あるいは、このモータはエンジンにて駆動される発電機の機能を持つように、そして、エンジンに対して電動機として動作し、たとえば、エンジン始動を行ない得るようなものとしてハイブリッド自動車に組み込まれるようにしてもよい。

【0070】昇圧コンバータ12は、リアクトルL1と、NPNトランジスタQ11、Q12と、ダイオードD11、D12とを含む。リアクトルL1の一方端は直流電源Bの電源ラインに接続され、他方端はNPNトランジスタQ11とNPNトランジスタQ12との中間点、すなわち、NPNトランジスタQ11のエミッタとNPNトランジスタQ12のコレクタとの間に接続される。NPNトランジスタQ11、Q12は、電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。そして、NPNトランジスタQ11のコレクタは電源ラインに接続され、NPNトランジスタQ12のエミッタはアースラインに接続される。また、各NPNトランジスタQ11、Q12のコレクタエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD11、D12が配置されている。

【0071】インバータ14は、U相アーム15と、V

相アーム 16 と、W 相アーム 17 とから成る。U 相アーム 15、V 相アーム 16、および W 相アーム 17 は、電源ラインとアースとの間に並列に設けられる。

【0072】U 相アーム 15 は、直列接続された NPN トランジスタ Q5、Q6 から成り、V 相アーム 16 は、直列接続された NPN トランジスタ Q7、Q8 から成り、W 相アーム 17 は、直列接続された NPN トランジスタ Q9、Q10 から成る。また、各 NPN トランジスタ Q5～Q10 のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオード D5～D10 がそれぞれ接続されている。

【0073】各相アームの中間点は、交流モータ M1 の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、交流モータ M1 は、3 相の永久磁石モータであり、U、V、W 相の 3 つのコイルの一端が中点に共通接続されて構成され、U 相コイルの他端が NPN トランジスタ Q5、Q6 の中間点に、V 相コイルの他端が NPN トランジスタ Q7、Q8 の中間点に、W 相コイルの他端が NPN トランジスタ Q9、Q10 の中間点にそれぞれ接続されている。

【0074】直流電源 B は、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池から成る。電圧センサー 10 は、直流電源 B から出力される電圧 V1 を検出し、その検出した電圧 V1 を制御装置 30 へ出力する。システムリレー SR1、SR2 は、制御装置 30 からの信号 SE によりオンされる。コンデンサ C1 は、直流電源 B から供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を昇圧コンバータ 12 へ供給する。

【0075】昇圧コンバータ 12 は、コンデンサ C1 から供給された直流電圧を昇圧してコンデンサ C2 へ供給する。より具体的には、昇圧コンバータ 12 は、制御装置 30 から信号 PWU を受けると、信号 PWU によって NPN トランジスタ Q12 が所定のキャリア周波数でオン/オフされ、NPN トランジスタ Q12 がオンされた期間に応じて直流電圧を昇圧してコンデンサ C2 に供給する。この場合、NPN トランジスタ Q11 は、信号 PWU によってオフされている。また、昇圧コンバータ 12 は、制御装置 30 から信号 PWD を受けると、コンデンサ C2 を介してインバータ 14 から供給された直流電圧を降圧して直流電源 B を充電する。

【0076】コンデンサ C2 は、昇圧コンバータ 12 からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ 14 へ供給する。電圧センサー 13 は、コンデンサ C2 の両端の電圧、すなわち、昇圧コンバータ 12 の出力電圧 V2（インバータ 14 への入力電圧に相当する。以下同じ。）を検出し、その検出した出力電圧 V2 を制御装置 30 へ出力する。

【0077】インバータ 14 は、コンデンサ C2 から直流電圧が供給されると制御装置 30 からの信号 PWM に基づいて直流電圧を交流電圧に変換して交流モータ M

1 を駆動する。これにより、交流モータ M1 は、トルク指令値 TR によって指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ 14 は、モータ駆動装置 100 が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、交流モータ M1 が発電した交流電圧を制御装置 30 からの信号 PWM C に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ C2 を介して昇圧コンバータ 12 へ供給する。なお、ここで言う回生制動とは、ハイブリッド自動車または電気自動車を運転するドライバーによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電を伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの、走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両を減速（または加速の中止）させることを含む。

【0078】電流センサー 24 は、交流モータ M1 に流れるモータ電流 MCRT を検出し、その検出したモータ電流 MCRT を制御装置 30 へ出力する。

【0079】制御装置 30 は、外部に設けられた ECU (Electrical Control Unit) から入力されたトルク指令値 TR およびモータ回転数 MRN、電圧センサー 10 からの電圧 V1、電圧センサー 13 からの出力電圧 V2、および電流センサー 24 からのモータ電流 MCRT に基づいて、後述する方法により昇圧コンバータ 12 を駆動するための信号 PWU とインバータ 14 を駆動するための信号 PWM I とを生成し、その生成した信号 PWU および信号 PWM I をそれぞれ昇圧コンバータ 12 およびインバータ 14 へ出力する。

【0080】信号 PWU は、昇圧コンバータ 12 がコンデンサ C1 からの直流電圧を出力電圧 V2 に変換する場合に昇圧コンバータ 12 を駆動するための信号である。そして、制御装置 30 は、昇圧コンバータ 12 が直流電圧を出力電圧 V2 に変換する場合に、出力電圧 V2 をフィードバック制御し、出力電圧 V2 が指令された電圧指令になるように昇圧コンバータ 12 を駆動するための信号 PWU を生成する。

【0081】また、制御装置 30 は、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号を外部の ECU から受けると、交流モータ M1 で発電された交流電圧を直流電圧に変換するための信号 PWM C を生成してインバータ 14 へ出力する。この場合、インバータ 14 の NPN トランジスタ Q6、Q8、Q10 は信号 PWM C によってスイッチング制御される。すなわち、交流モータ M1 の U 相で発電されるとき NPN トランジスタ Q8、Q10 がオンされ、V 相で発電されるとき NPN トランジスタ Q6、Q10 がオンされ、W 相で発電されるとき NPN トランジスタ Q6、Q8 がオンされる。これにより、インバータ 14 は、交流モータ M1 で発電された交流電圧を直流電圧に変換して昇圧コンバータ 12 へ供給する。

【0082】さらに、制御装置 30 は、ハイブリッド自

動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号を外部のECUから受けると、インバータ14から供給された直流電圧を降圧するための信号PWDを生成し、その生成した信号PWDを昇圧コンバータ12へ出力する。これにより、交流モータM1が発電した交流電圧は、直流電圧に変換され、降圧されて直流電源Bに供給される。

【0083】さらに、制御装置30は、システムリレーSR1、SR2をオンするための信号SEを生成してシステムリレーSR1、SR2へ出力する。

【0084】図2は、制御装置30の機能ブロック図である。図2を参照して、制御装置30は、モータトルク制御手段301と、電圧変換制御手段302を含む。モータトルク制御手段301は、トルク指令値TR、直流電源Bの出力電圧V1、モータ電流MCRT、モータ回転数MRN、温度センサー11からの昇圧コンバータ12の温度TCおよび昇圧コンバータ12の出力電圧V2に基づいて、交流モータM1の駆動時、後述する方法により昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ11、Q12をオン/オフするための信号PWUと、インバータ14のNPNトランジスタQ5~Q10をオン/オフするための信号PWMIとを生成し、その生成した信号PWUおよび信号PWMIをそれぞれ昇圧コンバータ12およびインバータ14へ出力する。

【0085】モータトルク制御手段301は、信号PWUを生成するとき、昇圧コンバータ12の温度TCに適したキャリア周波数を有する信号PWUを生成する。より具体的には、モータトルク制御手段301は、昇圧コンバータ12の温度TCに適した目標周波数を後述する方法によって抽出し、その抽出した目標周波数が現在のキャリア周波数からずれているか否かを判定する。そして、モータトルク制御手段301は、現在の周波数が目標周波数からずれているとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで複数段に切換えて信号PWUを生成する。

【0086】電圧変換制御手段302は、回生制動時、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号RGEを外部のECUから受けると、交流モータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMCを生成してインバータ14へ出力する。

【0087】また、電圧変換制御手段302は、回生制動時、信号RGEを外部のECUから受けると、インバータ14から供給された直流電圧を降圧するための信号PWDを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。このように、昇圧コンバータ12は、直流電圧を降圧するための信号PWDにより電圧を降下させることもできるので、双方向コンバータの機能を有するものである。

【0088】図3は、モータトルク制御手段301の機能ブロック図である。図3を参照して、モータトルク制

御手段301は、モータ制御用相電圧演算部40と、インバータ用PWM信号変換部42と、インバータ入力電圧指令演算部50と、フィードバック電圧指令演算部52と、デューティ比変換部54と、周波数設定部56を含む。

【0089】モータ制御用相電圧演算部40は、昇圧コンバータ12の出力電圧V2、すなわち、インバータ14への入力電圧を電圧センサー13から受け、交流モータM1の各相に流れるモータ電流MCRTを電流センサー24から受け、トルク指令値TRを外部ECUから受ける。そして、モータ制御用相電圧演算部40は、これらの入力される信号に基づいて、交流モータM1の各相のコイルに印加する電圧を計算し、その計算した結果をインバータ用PWM信号変換部42へ供給する。インバータ用PWM信号変換部42は、モータ制御用相電圧演算部40から受けた計算結果に基づいて、実際にインバータ14の各NPNトランジスタQ5~Q10をオン/オフする信号PWMIを生成し、その生成した信号PWMIをインバータ14の各NPNトランジスタQ5~Q10へ出力する。

【0090】これにより、各NPNトランジスタQ5~Q10は、スイッチング制御され、交流モータM1が指令されたトルクを出すように交流モータM1の各相に流す電流を制御する。このようにして、モータ駆動電流が制御され、トルク指令値TRに応じたモータトルクが出力される。

【0091】一方、インバータ入力電圧指令演算部50は、トルク指令値TRおよびモータ回転数MRNに基づいてインバータ入力電圧の最適値（目標値）、すなわち、電圧指令を演算し、その演算した電圧指令をフィードバック電圧指令演算部52へ出力する。

【0092】フィードバック電圧指令演算部52は、電圧センサー13からの昇圧コンバータ12の出力電圧V2と、インバータ入力電圧指令演算部50からの電圧指令とに基づいてフィードバック電圧指令を演算し、その演算したフィードバック電圧指令をデューティ比変換部54へ出力する。

【0093】デューティ比変換部54は、電圧センサー10からのバッテリー電圧V1と、フィードバック電圧指令演算部52からのフィードバック電圧指令とに基づいて、電圧センサー13からの出力電圧V2を、フィードバック電圧指令演算部52からのフィードバック電圧指令に設定するためのデューティ比を演算し、その演算したデューティ比を周波数設定部56へ出力する。

【0094】周波数設定部56は、デューティ比変換部54からのデューティ比と、温度センサー11からの温度TCとを受け、その受けた温度TCに適したキャリア周波数の目標周波数を抽出する。そして、周波数設定部56は、キャリア周波数の現在の値が目標周波数からずれているとき、キャリア周波数を現在の周波数から

目標周波数まで複数段に切換え、その切換えたキャリア周波数とデューティ比変換部54からのデューティ比に基づいて信号PWUを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。

【0095】周波数設定部56は、図4に示すキャリア周波数と昇圧コンバータ12の温度TCとの関係に基づいて、昇圧コンバータ12の温度TCに適したキャリア周波数を抽出する。図4を参照して、昇圧コンバータ12の温度TCが温度Tminから温度T3までの範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数f5であり、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T4から温度T5の範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数f4であり、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T3から温度T6の範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数f3であり、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T5から温度T7の範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数f2であり、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T6から温度Tmaxの範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数f1である。

【0096】温度Tmaxは、たとえば、107℃に設定される。これは、昇圧コンバータ12の温度が120℃に達すると出力を制限し始めるので、出力が制限され始める温度よりも低い温度(=107℃)を最高温度Tmaxにしたものである。

【0097】周波数設定部56は、キャリア周波数f4で信号PWUを生成して昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ12を駆動しているとき、温度センサー11から受けた温度TCが温度T2であったとすると、キャリア周波数と昇圧コンバータ12の温度TCとの関係に基づいて温度T2に適した目標周波数f1を抽出する。そして、周波数設定部56は、現在の周波数f4が目標周波数f1からずれていると判定し、キャリア周波数を現在の周波数f4から目標周波数f1まで複数段に切換えながら信号PWUを生成する。

【0098】周波数設定部56が切換え可能なキャリア周波数の範囲は、5～10kHzであり、周波数設定部56は、キャリア周波数を現在の周波数f4から目標周波数f1まで複数段に切換えるとき、1kHzずつ切換える。そして、周波数設定部56は、現在の周波数f4を周波数f3へ1kHzだけ切換えたとき、周波数f3とデューティ比変換部54からのデューティ比に基づいて信号PWUを生成し、その生成した信号PWUを昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ12へ出力する。

【0099】また、周波数設定部56は、キャリア周波数を周波数f3から周波数f2へ1kHzだけ切換えたとき、周波数f2とデューティ比に基づいて信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12へ出力する。そして、周波数設定部56は、最終的に、キャリア周波

数を目標周波数f1へ切換え、目標周波数f1とデューティ比に基づいて信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12へ出力する。

【0100】このように、周波数設定部56は、キャリア周波数を周波数f4から周波数f1へ切換えるとき、キャリア周波数を1kHzずつ切換えるごとに、信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12を駆動する。

【0101】一方、周波数設定部56は、キャリア周波数f1で信号PWUを生成して昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ12を駆動しているとき、温度センサー11から受けた温度TCが温度T1であったとすると、キャリア周波数と昇圧コンバータ12の温度TCとの関係に基づいて温度T1に適した目標周波数f4を抽出する。そして、周波数設定部56は、現在の周波数f1が目標周波数f4からずれていると判定し、キャリア周波数を現在の周波数f1から目標周波数f4まで複数段に切換えながら信号PWUを生成する。

【0102】この場合も、周波数設定部56は、キャリア周波数を周波数f1から1kHzだけ切換えるごとに信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12を駆動する。

【0103】このように、周波数設定部56は、キャリア周波数を高い周波数から低い周波数へ切換えるとき、またはキャリア周波数を低い周波数から高い周波数へ切換えるとき、キャリア周波数を切換えるごとに信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12を駆動する。その結果、昇圧コンバータ12の温度TCに適したキャリア周波数でNPNトランジスタQ12を駆動できるとともに、キャリア周波数の切換え時の音色の変化を抑制することができる。

【0104】1つのトルク指令値TRが与えられたとき、交流モータM1が発生すべきトルクは1つであるので、周波数設定部56が生成する信号PWUのデューティ比は、デューティ比変換部54からのデューティ比に固定される。たとえば、図5に示すように、キャリア周波数を周波数f4から周波数f1へ切換えるとき、周波数f4を有する信号PWU2のデューティ比 $t2/Tp2$ は、周波数f1を有する信号PWU1のデューティ比 $t1/Tp1$ と同じである。この場合、信号PWUの1周期におけるNPNトランジスタQ12のオン時間は、時間t2から時間t1へ長くなるが、キャリア周波数をより低い周波数へ切換えるので、NPNトランジスタQ12、直流電源B、システムリレーSR1、SR2およびリアクトルL1から成る閉回路に流れる電流は大きく変動せず、リアクトルL1に蓄積される電力は殆ど減少しない。その結果、昇圧コンバータ12は、ほぼ一定の出力電圧V2を出力する。そして、インバータ14は、トルク指令値TRによって指定されたトルクを発生するように交流モータM1を駆動する。キャリア周波数を低い周波数から高い周波数に切換える場合

についても同様である。

【0105】図4に示すキャリア周波数と昇圧コンバータ12の温度TCとの関係は、昇圧コンバータ12の温度TCが低いときはキャリア周波数を高く設定し、昇圧コンバータ12の温度TCが高いときはキャリア周波数を低く設定する関係である。そして、昇圧コンバータ12の温度TCは、NPNトランジスタQ12、直流電源B、システムリレーSR1、SR2およびリアクトルL1から成る閉回路に流れる電流によって決定されるので、昇圧コンバータ12の温度TCが高いことは閉回路に流れる電流が大きいことを意味し、昇圧コンバータ12の温度が低いことは閉回路に流れる電流が小さいことを意味する。したがって、キャリア周波数を昇圧コンバータ12の温度TCに適したキャリア周波数に切換えても、昇圧コンバータ12は、ほぼ一定の出力電圧V2を出力する。

【0106】この発明においては、キャリア周波数を高い周波数から低い周波数へ切換える経路は、キャリア周波数を低い周波数から高い周波数へ切換える経路と異なる。昇圧コンバータ12の温度TCが温度T3よりも高くなるとキャリア周波数は周波数f4に設定され、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T5よりも高くなるとキャリア周波数は周波数f3に設定され、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T6よりも高くなるとキャリア周波数は周波数f2に設定され、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T7よりも高くなるとキャリア周波数は周波数f1に設定される。また、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T6よりも低くなるとキャリア周波数は周波数f2に設定され、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T5よりも低くなるとキャリア周波数は周波数f3に設定され、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T3よりも低くなるとキャリア周波数は周波数f4に設定され、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T4よりも低くなるとキャリア周波数は周波数f5に設定される。

【0107】周波数設定部56は、図4に示すキャリア周波数と昇圧コンバータ12の温度TCとの関係をマップとして保持し、温度センサー11から昇圧コンバータ12の温度TCを受けると、マップを参照して昇圧コンバータ12の温度TCに適した目標周波数（周波数f1～f5のいずれか）を抽出する。

【0108】なお、昇圧コンバータ12の下側のNPNトランジスタQ12のオンデューティーを大きくすることによりリアクトルL1における電力蓄積が大きくなるため、より高電圧の出力を得ることができる。一方、上側のNPNトランジスタQ11のオンデューティーを大きくすることにより電源ラインの電圧が下がる。そこで、NPNトランジスタQ11、Q12のデューティー比を制御することで、電源ラインの電圧を直流電源Bの出力電圧以上の任意の電圧に制御可能である。

【0109】図6および図7を参照して、昇圧コンバー

タ12のNPNトランジスタQ12をオン／オフするキャリア周波数を昇圧コンバータ12の温度TCに適したキャリア周波数（目標周波数）に切換える動作について説明する。

【0110】図6を参照して、動作がスタートすると、温度センサー11は、昇圧コンバータ12の温度TCを検出し、その検出した温度TCを制御装置30へ出力する（ステップS1）。制御装置30のモータトルク制御手段301は、昇圧コンバータ12の温度TCを受け、そして、モータトルク制御手段301の周波数設定部56は、保持したマップを参照して昇圧コンバータ12の温度TCに適した目標周波数を検出する（ステップS2）。

【0111】その後、周波数設定部56は、現在の周波数を目標周波数と比較し、現在の周波数が目標周波数からずれているか否かを判定する（ステップS3）。現在の周波数が目標周波数からずれていないときキャリア周波数を現在の周波数に保持し、ステップS1～S3が繰返し行なわれる。

【0112】一方、ステップS3において、現在の周波数が目標周波数からずれていると判定されたとき、周波数設定部56は、上述した方法によってキャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで切換えながら信号PWUを生成して昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ12を駆動する（ステップS4）。これによって、音色の変化を抑制してキャリア周波数を昇圧コンバータ12の温度TCに適した周波数に切換えることができる。その後、ステップS1～S4が繰返し行なわれる。

【0113】また、この発明においては、ステップS4の動作を図7に示すフローチャートに従って実行してもよい。図7を参照して、図6に示すフローチャートのステップS3において現在の周波数が目標周波数からずれていると判定されたとき、周波数設定部56は、そのずれ量が所定値よりも大きいのか否かを判定し（ステップS41）、ずれ量が所定値以下のとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで所定の速度で切換えながら信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12を駆動する（ステップS42）。そして、その後、図6に示すフローチャートのステップS1へ戻る。

【0114】一方、ステップS41において、ずれ量が所定値よりも大きいと判定されたとき、周波数設定部56は、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで所定の速度よりも速い速度で切換えながら信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12を駆動する（ステップS43）。そして、その後、図6に示すフローチャートのステップS1へ戻る。

【0115】このように、現在の周波数が目標周波数から大きくずれているとき、キャリア周波数を切換える速度を速くすることによって、キャリア周波数を昇圧コンバータ12の温度TCに適した周波数に速く設定でき

る。

【0116】再び、図1を参照して、モータ駆動装置100における動作について説明する。制御装置30は、外部のECUからトルク指令値TRが入力され、温度センサー11から昇圧コンバータ12の温度TCが入力されると、システムリレーSR1、SR2をオンするための信号SEを生成してシステムリレーSR1、SR2へ出力するとともに、交流モータM1がトルク指令値TRによって指定されたトルクを発生するようにインバータ14を制御するための信号PWMIと、昇圧コンバータ12の温度TCに適したキャリア周波数を有する昇圧コンバータ12を制御するための信号PWUとを生成してそれぞれインバータ14および昇圧コンバータ12へ出力する。

【0117】そして、直流電源Bは直流電圧を出力し、システムリレーSR1、SR2は直流電圧をコンデンサC1へ供給する。コンデンサC1は、供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を昇圧コンバータ12へ供給する。

【0118】そうすると、昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ11、Q12は、制御装置30からの信号PWUに応じてオン/オフされ、直流電圧を出力電圧V2に変換してコンデンサC2に供給する。

【0119】コンデンサC2は、昇圧コンバータ12から供給された直流電圧を平滑化してインバータ14へ供給する。インバータ14のNPNトランジスタQ5~Q10は、制御装置30からの信号PWMIに従ってオン/オフされ、インバータ14は、直流電圧を交流電圧に変換し、トルク指令値TRによって指定されたトルクを交流モータM1が発生するように交流モータM1のU相、V相、W相の各相に所定の交流電流を流す。これにより、交流モータM1は、トルク指令値TRによって指定されたトルクを発生する。

【0120】そして、交流モータM1がトルク指令値TRによって指定されたトルクを発生するように駆動されているとき、温度センサー11は、随時、昇圧コンバータ12の温度TCを検出して制御装置30へ出力する。制御装置30のモータトルク制御手段301は、上述した方法によって、昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ12を駆動するキャリア周波数を昇圧コンバータ12の温度TCに適した周波数に切換えながら信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12を駆動する。これにより、NPNトランジスタQ12を駆動するキャリア周波数を現在の周波数から昇圧コンバータ12の温度TCに適した目標周波数へ大きく切換える場合でも、音色の変化を抑制して現在の周波数から目標周波数へ切換えることができる。

【0121】モータ駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車が再生制動モードになった場合、制御装置30は、再生制動モードになったこと

を示す信号を外部のECUから受け、信号PWMCおよび信号PWDを生成してそれぞれインバータ14および昇圧コンバータ12へ出力する。

【0122】交流モータM1は、交流電圧を発電し、その発電した交流電圧をインバータ14へ供給する。そして、インバータ14は、制御装置30からの信号PWMCに従って、交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC2を介して昇圧コンバータ12へ供給する。

【0123】昇圧コンバータ12は、制御装置30からの信号PWDに従って直流電圧を降圧して直流電源Bに供給し、直流電源Bを充電する。

【0124】この発明においては、周波数設定部56におけるキャリア周波数の切換制御は、実際にはCPU (Central Processing Unit) によって行なわれ、CPUは、図6 (または図6および図7) に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムをROM (Read Only Memory) から読み出し、その読み出したプログラムを実行して図6 (または図6および図7) に示すフローチャートに従って直流電圧から出力電圧V2への電圧変換を制御する。したがって、ROMは、図6 (または図6および図7) に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ (CPU) 読み取り可能な記録媒体に相当する。

【0125】また、この発明においては、周波数設定部56は、図8に示すキャリア周波数と昇圧コンバータ12の温度TCとの関係に基づいて、昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ12を駆動するキャリア周波数を昇圧コンバータ12の温度TCに適した周波数に切換えてもよい。図8を参照して、昇圧コンバータ12の温度TCが温度Tminから温度T9までの範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数fmaxであり、温度TCが温度T10から温度Tmaxまでの範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数fminであり、温度TCが温度T8から温度T10までの範囲であるとき、または温度TCが温度T9から温度T11までの範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数fmaxと周波数fminとの間の周波数である。

【0126】キャリア周波数の現在の周波数が周波数fmaxであるとき、温度センサー11が検出した温度TCが温度T12であったとすると、周波数設定部56は、温度センサー11からの温度T12に適した目標周波数として周波数f6、f7を抽出し、現在の周波数fmaxが抽出した周波数f6、f7からずれていると判定する。そして、周波数設定部56は、キャリア周波数を現在の周波数fmaxから目標周波数まで切換えながら信号PWUを生成するとき、周波数f6を目標周波数とする。これは、温度T12に適合した目標周波数が現

在の周波数 f_{max} よりも低いので、点A-B-C-Dの経路に沿ってキャリア周波数を切換えるべく、直線50上の周波数 f_6 を目標周波数としたものである。

【0127】周波数設定部56は、切換えるべき目標周波数を決定すると、キャリア周波数を現在の周波数 f_{max} から目標周波数 f_6 まで直線50に沿って連続的に切換えながら信号PWUを生成する。

【0128】また、キャリア周波数の現在の周波数が周波数 f_{min} であるとき、温度センサー11が検出した温度TCが温度 T_{13} であったとすると、周波数設定部56は、温度センサー11からの温度 T_{13} に適した目標周波数として周波数 f_8 、 f_9 を抽出し、現在の周波数 f_{min} が抽出した周波数 f_8 、 f_9 からずれていると判定する。そして、周波数設定部56は、キャリア周波数を現在の周波数 f_{min} から目標周波数まで切換えながら信号PWUを生成するとき、周波数 f_8 を目標周波数とする。これは、温度 T_{13} に適合した目標周波数が現在の周波数 f_{min} よりも高いので、点D-E-F-Aの経路に沿ってキャリア周波数を切換えるべく、直線60上の周波数 f_8 を目標周波数としたものである。

【0129】周波数設定部56は、切換えるべき目標周波数を決定すると、キャリア周波数を現在の周波数 f_{min} から目標周波数 f_8 まで直線60に沿って連続的に切換えながら信号PWUを生成する。

【0130】このように、キャリア周波数を連続的に切換えるときも、高い周波数から低い周波数へ切換える経路は、低い周波数から高い周波数へ切換える経路と異なる。

【0131】そして、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで連続的に切換えながら信号PWUを生成することにより、さらに、音色の変化を抑制できる。

【0132】上記においては、昇圧コンバータ12の温度を検出し、その検出した昇圧コンバータ12の温度に適する周波数にキャリア周波数を設定すると説明したが、この発明においては、これに限らず、昇圧コンバータ12（すなわちNPNトランジスタQ12）を流れる電流を検出し、その検出した電流に適した周波数にキャリア周波数を設定するようにしてもよい。

【0133】昇圧コンバータ12の温度は、NPNトランジスタQ12における発熱、すなわち、NPNトランジスタQ12を流れる電流に依存するので、NPNトランジスタQ12を流れる電流とキャリア周波数との関係は、図4および図8に示すキャリア周波数と温度との関係図において、横軸を昇圧コンバータ12の温度から昇圧コンバータ12に流れる電流に代えたものに等しい。

【0134】したがって、NPNトランジスタQ12、直流電源B、システムリレーSR1、SR2、およびリアクトルL1から成る閉回路に電流センサーを設け、制御装置30のモータトルク制御手段301は、閉回路に設けられた電流センサーからの電流を受け、その受けた

電流に適する周波数を、昇圧コンバータ12に流れる電流とキャリア周波数との関係図から抽出するようにすれば、キャリア周波数を昇圧コンバータ12に流れる電流に適した周波数に設定してNPNトランジスタQ12を駆動できる。

【0135】これにより、音色の変化を抑制しながら、NPNトランジスタQ12をオン／オフするキャリア周波数を昇圧コンバータ12の電流に適した周波数に設定できる。

【0136】また、この発明による電圧変換装置を備えたモータ駆動装置は、図9に示すモータ駆動装置200であってもよい。図9を参照して、モータ駆動装置200は、モータ駆動装置100の昇圧コンバータ12を昇圧コンバータ121に代えたものであり、その他はモータ駆動装置100と同じである。

【0137】昇圧コンバータ121は、リアクトルL1～LN（Nは2以上の自然数）と、NPNトランジスタQ11、Q12、Q21、Q22、・・・、QN-11、QN-12、QN1、QN2と、ダイオードD11、D12、D21、D22、・・・、DN-11、DN-12、DN1、DN2を含む。

【0138】モータ駆動装置200においては、リアクトルL1～LNの一端が直流電源Bの正極に接続されている。リアクトルL1、NPNトランジスタQ11、Q12およびダイオードD11、D12の接続方法については、上述したとおりである。

【0139】リアクトルL2の他端は、直列接続されたNPNトランジスタQ21、Q22の中間点（Q21のエミッタとQ22のコレクタとの接続点）に接続されている。NPNトランジスタQ21のコレクタは電源ラインに接続され、NPNトランジスタQ22のエミッタはアースに接続されている。また、各NPNトランジスタQ21、Q22のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側に電流を流すダイオードD21、D22が配置されている。

【0140】以下、同様にして接続され、リアクトルLNの他端は直列接続されたNPNトランジスタQN1、QN2の中間点（QN1のエミッタとQN2のコレクタとの接続点）に接続されている。NPNトランジスタQN1のコレクタは電源ラインに接続され、NPNトランジスタQN2のエミッタはアースに接続されている。また、各NPNトランジスタQN1、QN2のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側に電流を流すダイオードDN1、DN2が配置されている。

【0141】リアクトルLk（kは $1 \leq k \leq N$ の自然数）、NPNトランジスタQk1、Qk2およびダイオードDk1、Dk2により1つの電圧変換装置が構成される。

【0142】したがって、昇圧コンバータ121は、N重チョップ（NPNトランジスタQ12、Q22、Q3

2, Q42, ..., QN1, QN2) を備えた電圧変換装置である。

【0143】 直流電源Bからの直流電圧が昇圧されると、NPNトランジスタQ11, Q21, ..., QN1はオフされ、NPNトランジスタQ12, Q22, ..., QN2は所定のキャリア周波数でオン/オフされる。

【0144】 そして、制御装置30は、上述した方法により昇圧コンバータ121の温度に適したキャリア周波数を有する信号PWUを生成してNPNトランジスタQ11, Q12, ..., QN1, QN2の各々へ供給する。これにより、N重チョップ式の昇圧コンバータ121において、NPNトランジスタQ12, Q22, ..., QN2をオン/オフするキャリア周波数を昇圧コンバータ121の温度に適した周波数に切換えても、音色の変化を抑制できる。

【0145】 なお、NPNトランジスタQ12, Q22, ..., QN2がオンされる期間が長い程、それぞれ、リアクトルL1~LNに蓄積される直流電力が増加し、昇圧コンバータ121が電源ラインに供給する直流電圧は高くなる。そして、リアクトルL1は、直流電力を蓄積することにより昇圧した直流電圧を、NPNトランジスタQ12がオフされたタイミングに同期して、ダイオードD11を介して電源ラインへ供給し、リアクトルL2は、直流電力を蓄積することにより昇圧した直流電圧を、NPNトランジスタQ22がオフされたタイミングに同期して、ダイオードD21を介して電源ラインへ供給し、以下、同様にして、リアクトルLNは、直流電力を蓄積することにより昇圧した直流電圧を、NPNトランジスタQN2がオフされたタイミングに同期して、ダイオードDN1を介して電源ラインへ供給する。

【0146】 また、モータ駆動装置200において、キャリア周波数を昇圧コンバータ121に流れる電流に適した周波数に設定するようにしてもよい。この場合、NPNトランジスタQ12, Q22, ..., QN2の全体に流れる電流を検出するように電流センサーをコンデンサC1とリアクトルL1, L2, ..., LNとの間に設ける。

【0147】 上述したように、昇圧コンバータ12, 121の温度、または昇圧コンバータ12, 121に流れる電流を検出し、その検出した温度または電流に適合する目標周波数に現在の周波数を切換えて昇圧コンバータ12, 121を駆動するが、昇圧コンバータ12, 121の温度、または昇圧コンバータ12, 121に流れる電流を検出することは、昇圧コンバータ12, 121の駆動状態を検出することに相当する。したがって、昇圧コンバータ12, 121の温度、または昇圧コンバータ12, 121に流れる電流を検出し、その検出した温度または電流に適合する目標周波数に現在の周波数を切換えて昇圧コンバータ12, 121を駆動することは、昇

圧コンバータ12, 121の駆動状態を検出し、その検出した駆動状態に適合する目標周波数に現在の周波数を切換えて昇圧コンバータ12, 121を駆動することに相当する。

【0148】 この発明の実施の形態によれば、電圧変換装置は、リアクトルとNPNトランジスタとを含み、直流電源からの直流電流を所定のキャリア周波数によりスイッチングしてリアクトルに直流電力を蓄積し、その蓄積した直流電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する昇圧コンバータと、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで連続的または複数段に切換えながら信号PWUを生成して昇圧コンバータのNPNトランジスタを駆動するモータトルク制御手段とを備えるので、音色の変化を抑制してキャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで切替えることができる。

【0149】 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態による電圧変換装置を備えたモータ駆動装置の概略ブロック図である。

【図2】 図1に示す制御装置の機能ブロック図である。

【図3】 図2に示すモータトルク制御手段の機能を説明するための機能ブロック図である。

【図4】 キャリア周波数と昇圧コンバータの温度との関係図である。

【図5】 図3に示す周波数設定部が生成する信号PWUのタイミングチャートである。

【図6】 キャリア周波数を切替える動作を説明するためのフローチャートである。

【図7】 図6に示すフローチャートのステップS4の他の動作を説明するためのフローチャートである。

【図8】 キャリア周波数と昇圧コンバータの温度との他の関係図である。

【図9】 この発明の実施の形態による電圧変換装置を備えたモータ駆動装置の他の概略ブロック図である。

【図10】 従来のモータ駆動装置の概略ブロック図である。

【符号の説明】

1C, 13, 32C 電圧センサー、11 温度センサー、12, 121 昇圧コンバータ、14, 33C インバータ、15 U相アーム、16 V相アーム、17 W相アーム、24 電流センサー、30 制御装置、40 モータ制御用相電圧演算部、42 インバータ用PWM信号変換部、50 インバータ入力電圧指令演算部、52 フィードバック電圧指令演算部、54 テニ

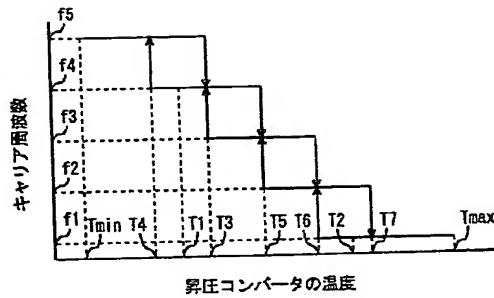
～LN, 311 リアクトル、Q11～QN1, Q12
～QN2, Q5～Q10, 312, 313 NPNトラ
ンジスタ、D11～DN1, D12～DN2, D5～D
10, 314, 315 ダイオード、M1交流モータ。

Block diagram of a motor torque control system (30). The system includes a motor torque control unit (301) and a voltage conversion control unit (302). Inputs to 301 are TC, MCRT, TR, MRN, V1, and V2. Input to 302 is RGE. Outputs from 301 are PWM1 and PWM. Output from 302 are PWM3C and PWM. The units are enclosed in a dashed box labeled 30.

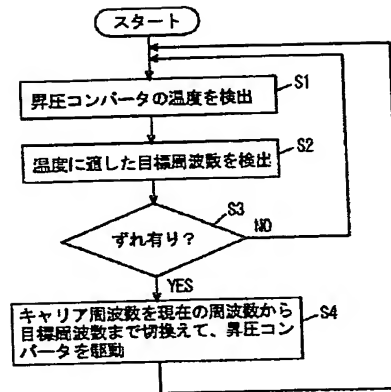
The block diagram illustrates a motor control system. It includes the following components and connections:

- Motor Current (モータ電流 MORT) 40**: Provides input to the **Motor Control Reference Voltage Calculation Unit (モータ制御用相電圧演算部) 42**.
- Torque Command Value (トルク指令値 TR)**: Provides input to the **Motor Control Reference Voltage Calculation Unit (モータ制御用相電圧演算部) 42** and the **Inverter Input Voltage Command Calculation Unit (インバータ入力電圧指令演算部) 50**.
- Motor Control Reference Voltage Calculation Unit (モータ制御用相電圧演算部) 42**: Outputs to the **Inverter PWM Signal Conversion Unit (インバータ用PWM信号変換部) 44**.
- Inverter PWM Signal Conversion Unit (インバータ用PWM信号変換部) 44**: Outputs to the **Inverter (インバータ) 14**.
- Inverter (インバータ) 14**: Outputs to the **Boost Converter Output Voltage (昇圧コンバータ出力電圧 V2) 52**.
- Boost Converter Output Voltage (昇圧コンバータ出力電圧 V2) 52**: Provides input to the **Feedback Voltage Calculation Unit (フィードバック電圧指令演算部) 54**.
- Inverter Input Voltage Command Calculation Unit (インバータ入力電圧指令演算部) 50**: Receives input from the **Torque Command Value (トルク指令値 TR)** and the **Feedback Voltage Calculation Unit (フィードバック電圧指令演算部) 54**. It outputs to the **Duty Ratio Conversion Unit (デューティ比変換部) 56**.
- Feedback Voltage Calculation Unit (フィードバック電圧指令演算部) 54**: Receives input from the **Boost Converter Output Voltage (昇圧コンバータ出力電圧 V2) 52** and the **Motor Back EMF (モータ回転数 MRE) 10**. It outputs to the **Duty Ratio Conversion Unit (デューティ比変換部) 56**.
- Duty Ratio Conversion Unit (デューティ比変換部) 56**: Receives input from the **Inverter Input Voltage Command Calculation Unit (インバータ入力電圧指令演算部) 50** and the **Feedback Voltage Calculation Unit (フィードバック電圧指令演算部) 54**. It outputs to the **Frequency Setting Unit (周波数設定部) 58**.
- Frequency Setting Unit (周波数設定部) 58**: Receives input from the **Duty Ratio Conversion Unit (デューティ比変換部) 56** and the **Temperature (温度 TC) 12**. It outputs to the **Boost Converter (昇圧コンバータ) 12**.
- Boost Converter (昇圧コンバータ) 12**: Receives input from the **Frequency Setting Unit (周波数設定部) 58** and the **Battery Voltage (バッテリー電圧 V1) 10**. It outputs to the **Boost Converter Output Voltage (昇圧コンバータ出力電圧 V2) 52**.

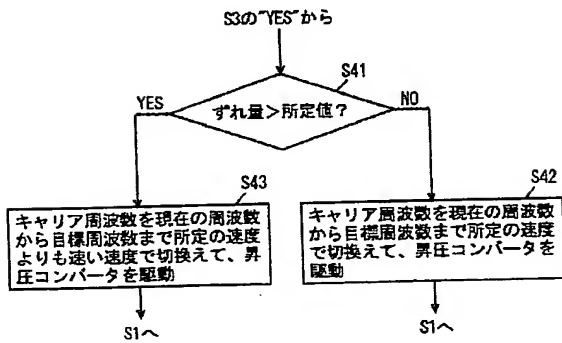
【図4】



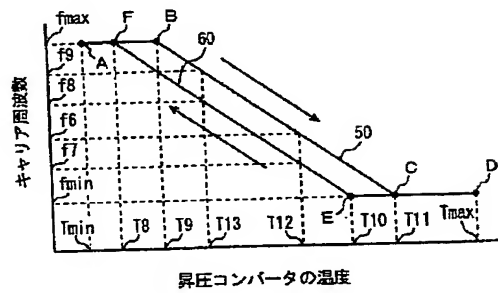
【図6】



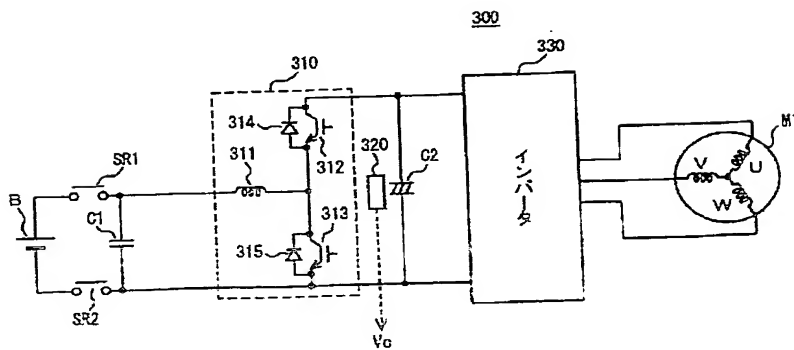
【図7】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H115 PA05 PC06 PG04 PI16 P017
PU08 PV03 PV09 PV23 QN03
RB22 T030
5H730 AA02 AA17 AS04 AS05 AS13
BB14 DD03 FD03 FF09 FG05
XX19 XX25 XX38